

DOCKET NO.: 262367US2XPCT

10/518435  
DT01 Rec'd PCT/PTC 20 DEC 2004

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Christophe RIPOLL

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/FR03/01825

INTERNATIONAL FILING DATE: June 17, 2003

FOR: METHOD FOR ELECTRONIC ACTIVATION OF A DRIVER DEVICE OF A  
PIEZOELECTRIC ACTUATOR

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:


**COUNTRY**  
France

**APPLICATION NO**  
02 07705

**DAY/MONTH/YEAR**  
21 June 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/FR03/01825.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

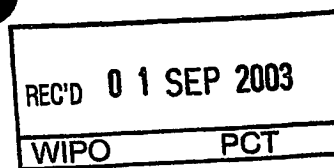


Marvin J. Spivak  
Attorney of Record  
Registration No. 24,913  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)



#2

10/518435

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 19 JUIN 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08.  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



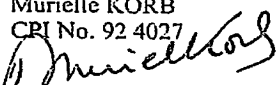

N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

REMISE DES PIÈCES DATE <b>21 JUIN 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0207705</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>21 JUIN 2002</b> PAR L'INPI		Réservé à l'INPI NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  <b>CABINET JP COLAS</b> CONSEILS en PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE 37, Avenue Franklin-Roosevelt 75008 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) DB31 67/MK/IG			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de pilotage électronique d'un dispositif de commande d'un actuateur piézo-électrique ultrasonore.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		RENAULT s.a.s.	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		7 8 0 1 2 9 8 7	
Code APE-NAF		3 4 1 Z	
Adresse		13-15 Quai Alphonse Le Gallo	
Rue			
Code postal et ville		92100 BOULOGNE-BILLANCOURT	
Pays			
Nationalité			
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PIÈCES DATE <b>21 JUIN 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0207705</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		DB3167/MK/IG	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>MANDATAIRE</b>			
Nom			
Prénom			
Cabinet ou Société		CABINET JP COLAS	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	37, avenue Franklin D. Roosevelt	
	Code postal et ville	75008	PARIS
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Sulte», indiquez le nombre de pages jointes			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) Murielle KORB CPI No. 92 4027 		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 	

La présente invention concerne un procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'un actuateur piézo-électrique ultrasonore, et plus particulièrement d'un injecteur de carburant à étage piézo-électrique piloté par le calculateur d'injection électronique d'un moteur à combustion interne dans un véhicule automobile.

Plus précisément, le problème que vise à résoudre l'invention est le pilotage d'un dispositif de commande électronique provoquant l'excitation des cellules piézo-électriques pour faire vibrer la structure d'un injecteur, un tel dispositif étant décrit dans la demande de brevet français, déposée sous le numéro 01 14023 au nom de la Demanderesse. Un injecteur de carburant à étage piézo-électrique ultrasonore est destiné à pulvériser très finement le carburant, avec des gouttelettes calibrées pour assurer un dosage précis et suffisamment petites pour assurer la vaporisation complète et homogène du carburant injecté. Un tel injecteur comporte entre autres une buse cylindrique alimentée en carburant et à l'extrémité de laquelle est ménagé un orifice d'injection, et des moyens de mise en vibration cyclique de la buse, tel qu'un transducteur, comportant un étage en céramique piézo-électrique aux bornes de laquelle on fait varier la tension électrique pour modifier son épaisseur entre deux positions extrêmes correspondant à l'ouverture et à la fermeture de l'injecteur, à un rapport de démultiplication près. Une céramique piézo-électrique d'injecteur est équivalente, au premier ordre, à une capacité dont la tension de chargement est élevée, supérieure à une centaine de volts. Ce transducteur est piloté en durée et en intensité par un dispositif de commande électronique, lui-même piloté par le système électronique de contrôle moteur pour réaliser une ouverture oscillante à fréquence ultrasonore du nez de la buse.

Le dispositif de commande électronique est destiné à générer un signal alternatif haute tension, supérieure à une centaine de volts, de fréquence élevée, supérieure à une dizaine de kiloHertz, pour exciter les cellules piézo-électriques à partir d'une source de tension continue. Dans un véhicule automobile, la batterie fournit une tension d'alimentation de valeur 12 ou 42 volts, ce qui implique d'augmenter cette tension par un convertisseur-élévateur de tension en courant continu DC-DC alimenté par la basse tension de la batterie.

Le but de la présente invention est de piloter électroniquement les interrupteurs de commande du dispositif de commande des injecteurs, qui sont distincts des

interrupteurs de sélection des injecteurs, et cela par rapport à la charge constituée d'un transformateur, d'une inductance de résonance et d'un injecteur.

Pour cela, l'objet de l'invention est un procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'au moins un actuateur piézo-électrique ultrasonore, à partir d'un calculateur de contrôle qui comporte un convertisseur-élévateur de tension continue/alternative alimenté par une source de tension continue, dont la sortie haute tension est reliée à un circuit oscillant constitué de l'actuateur et d'une inductance de résonance, ledit convertisseur étant composé d'un montage avec au moins un transformateur à au moins un enroulement primaire relié à la source de tension par au moins un interrupteur commandable et un enroulement secondaire unique délivrant un signal alternatif d'excitation de l'actuateur piézo-électrique, caractérisé en ce que :

- la tension  $V_c$  aux bornes de la charge constituée du transformateur, de l'inductance de résonance et de l'actuateur est un signal carré de fréquence de découpage  $f_r$  déterminée, et

- le courant  $I_c$  circulant dans la charge est un signal périodique, de fréquence de résonance  $f_0$  telle que son double est supérieur à la fréquence de découpage  $f_r$ ,  $f_r < 2f_0$ , de telle sorte qu'à la fermeture des interrupteurs le courant est nul dans le circuit, ce mode de pilotage des interrupteurs du type hypo-discontinu étant obtenu à partir du rapport de transformation du transformateur et de l'inductance de résonance déterminés en fonction de la capacité équivalente de l'actuateur.

Selon une autre caractéristique, le procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'au moins un actuateur piézo-électrique ultrasonore, à partir d'un calculateur de contrôle qui comporte un convertisseur-élévateur de tension continue/alternative alimenté par une source de tension continue, dont la sortie haute tension est reliée à un circuit oscillant constitué de l'actuateur et d'une inductance de résonance, ledit convertisseur étant composé d'un montage avec au moins un transformateur à au moins un enroulement primaire relié à la source de tension par au moins un interrupteur commandable et un enroulement secondaire unique délivrant un signal alternatif d'excitation de l'actuateur piézo-électrique, est caractérisé en ce que :

- la tension  $V_c$  aux bornes de la charge constituée du transformateur, de l'inductance de résonance et de l'actuateur est un signal carré de fréquence de découpage  $f_r$  déterminée,

- le courant  $I_c$  circulant dans la charge est un signal périodique, en avance de phase avec la tension  $V_c$ , et de fréquence de résonance  $f_0$  telle que la fréquence de découpage  $f_r$  est comprise entre la moitié de la fréquence de résonance et son double,

$f_0/2 < f_r < 2f_0$ , de telle sorte qu'il pilote la fermeture des interrupteurs à courant nul dans l'interrupteur de commande, ce mode de pilotage des interrupteurs du type hypo-continu étant obtenu à partir du rapport de transformation du transformateur et de l'inductance de résonance déterminés en fonction de la capacité équivalente de l'actuateur.

Selon une autre caractéristique, le procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'au moins un actuateur piézo-électrique ultrasonore, à partir d'un calculateur de contrôle qui comporte un convertisseur-élévateur de tension continue/alternative alimenté par une source de tension continue, dont la sortie haute tension est reliée à un circuit oscillant constitué de l'actuateur et d'une inductance de résonance, ledit convertisseur étant composé d'un montage avec au moins un transformateur à au moins un enroulement primaire relié à la source de tension par au moins un interrupteur commandable et un enroulement secondaire unique délivrant un signal alternatif d'excitation de l'actuateur piézo-électrique, est caractérisé en ce que :

- la tension  $V_c$  aux bornes de la charge constituée du transformateur, de l'inductance de résonance et de l'actuateur est un signal carré de fréquence de découpage  $f_r$  déterminée,
- le courant  $I_c$  circulant dans la charge est un signal périodique, en retard de phase avec la tension  $V_c$ , et de fréquence de résonance  $f_0$  telle que la fréquence de découpage  $f_r$  est supérieure à la moitié de la fréquence de résonance,  $f_r > f_0/2$ , de telle sorte qu'il pilote la fermeture des interrupteurs à tension nulle aux bornes de l'interrupteur de commande, ce mode de pilotage des interrupteurs du type hyper-continu étant obtenu à partir du rapport de transformation du transformateur et de l'inductance de résonance déterminés en fonction de la capacité équivalente de l'actuateur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description de plusieurs modes de pilotage électronique d'un dispositif de commande d'un actionneur piézo-électrique ultrasonore, illustrée par les figures suivantes qui sont :

- la figure 1 : le schéma électronique d'un mode de réalisation d'un dispositif de commande séquentiel d'un groupe de quatre actionneurs piézo-électriques ultrasonores;
- les figures 2a et 2b : les variations temporelles de la tension de sortie du dispositif de commande et de la tension aux bornes d'un actuateur piézo-électrique ;

- la figure 3 : le schéma électronique d'un mode de réalisation d'un dispositif de commande en pont d'un actuateur piézo-électrique ;
- la figure 4a : la forme d'onde générée par le pilotage du dispositif de commande, en mode hypo-discontinu selon l'invention ;
- 5 - les figures 4b et 4d : les variations temporelles des tensions de commande aux bornes des transistors de pont, en mode hypo discontinu;
- les figures 4c et 4e : les représentations des tensions aux bornes des diodes du pont, en mode hypo-discontinu ;
- la figure 5a : la forme d'onde générée par le pilotage du dispositif de commande, en mode hypo-continu selon l'invention ;
- 10 - les figures 5b et 5d : les variations temporelles des tensions de commande aux bornes des transistors de pont, en mode hypo-continu ;
- les figures 5c et 5e : les représentations des tensions aux bornes des diodes du pont, en mode hypo continu ;
- la figure 6a : la forme d'onde générée par le pilotage du dispositif de commande, en mode hyper continu selon l'invention ;
- 15 - les figures 6b et 6d : les variations temporelles des tensions de commande aux bornes des transistors de pont, en mode hyper-continu ;
- les figures 6c et 6e : les représentations des tensions aux bornes des diodes du pont, en mode hyper-continu.
- 20

Pour ces exemples non limitatifs de modes de réalisation, les éléments portant les mêmes références sur les différentes figures remplissent les mêmes fonctions en vue des mêmes résultats.

25

L'invention consistant à générer un signal sinusoïdal haute tension, supérieure à une centaine de volts, et haute fréquence, supérieure à une dizaine de kilohertz, sur la cellule piézo-électrique de chaque injecteur de carburant d'un véhicule à partir d'une source de tension continue, soit la batterie, soit la sortie d'un convertisseur DC de puissance, elle propose le pilotage d'un dispositif de commande selon différentes topologies assurant l'excitation desdites céramiques piézo-électriques, à travers une inductance pour constituer un circuit résonant. Ces topologies sont décrites dans la demande de brevet précédemment citée. Ces structures sont valables de 1 à N injecteurs, N étant un entier préférentiellement égal à 4, 5, 6, 8, 10 ou 12. A titre d'exemple non limitatif, le nombre d'injecteurs commandés est 4 dans la description suivante.

30

35



Toutes les topologies décrites représentent des structures avec au moins un transformateur n'ayant qu'un seul enroulement au secondaire et un ou deux enroulements au primaire.

5        Selon le schéma de la figure 1 qui représente une structure non limitative avec un seul transformateur, le dispositif de commande d'un actuateur piézo-électrique  $I_i$  ultrasonore parmi 4,  $i$  entier variant de 1 à 4, comporte une source B de tension continue E - une batterie ou la sortie d'un convertisseur DC-DC par exemple -, dont la borne (-) est reliée à la masse et dont la borne (+) est reliée à un montage en pont dont  
10 la charge du milieu est l'enroulement primaire  $L_1$  d'un transformateur. Ce transformateur comprend deux enroulements bobinés autour d'un même noyau, comme le montrent les étoiles sur le schéma, un enroulement primaire  $L_1$  et un enroulement secondaire  $L_2$ , dont la sortie haute tension  $V_s$  est reliée à un circuit oscillant constitué de la céramique piézo-électrique  $I_i$  et d'une inductance L de  
15 résonance. Cette inductance de résonance est déterminée en fonction de la fréquence de fonctionnement de l'injecteur piézo-électrique. Elle peut être placée également au primaire du transformateur ou bien aussi constituée par l'inductance de fuite du transformateur.

20        Ce montage en pont est réalisé à partir de deux bras montés en parallèle aux bornes de la source de tension B et constitués chacun de deux interrupteurs de pont  $P_1$  et  $P_2$  en série commandables alternativement, respectivement  $P_3$  et  $P_4$ , dont les points milieux  $J_1$ , respectivement  $J_2$ , sont reliés aux deux bornes de l'enroulement primaire  $L_1$ .

25        Dans le cas d'un moteur thermique de véhicule automobile nécessitant quatre injecteurs, le schéma représente quatre céramiques piézo-électriques  $I_1, \dots, I_i, \dots, I_4$  qui sont montées en parallèle et, selon un premier mode de réalisation, choisies successivement grâce à un interrupteur de sélection commandable  $K_i$  monté en série  
30 avec chacune d'elles. Les quatre injecteurs  $I_i$  sont reliés d'une part à l'inductance L de résonance destinée à constituer un circuit oscillant avec chaque injecteur successivement, et d'autre part deux à deux par un relais  $R_1$  et  $R_2$  respectivement, reliés chacun à une borne d'un interrupteur de sélection  $K_1$  et  $K_2$  respectivement, dont l'autre borne est reliée à la masse. Le calculateur d'injection pilote tout d'abord les  
35 relais puis simultanément les interrupteurs de sélection et de pont pour sélectionner l'injecteur à commander qui doit être ouvert pendant les intervalles d'activité pour assurer l'alimentation en carburant du cylindre correspondant du moteur.

Le fonctionnement de ce circuit de commande est le suivant, en fonction de la commande des différents interrupteurs. Dans une première phase, le signal de commande envoyé par le calculateur d'injection pilote d'une part la fermeture de l'interrupteur de sélection  $K_1$  relié à l'injecteur  $I_1$  choisi et d'autre part la fermeture

5 simultanée des interrupteurs de pont  $P_1$  et  $P_4$ , reliant ainsi la borne  $J_1$  de l'enroulement primaire  $L_1$  à la borne (+) de la batterie B et sa borne  $J_2$  à la borne (-) de la batterie. Pendant cet intervalle de temps entre les instants  $T_0$  et  $T_1$ , la tension  $v_1$  aux bornes de l'enroulement primaire  $L_1$  est égale à  $+E$ , de sorte que la tension  $V_s$  aux bornes de l'enroulement secondaire  $L_2$  est positive et égale à  $+mE$  par l'effet du rapport de

10 transformation, pour permettre la charge à travers l'inductance de résonance  $L$  de l'actuateur  $I_1$  sélectionné par l'interrupteur  $K_1$ , piloté par le calculateur. Puis, dans une deuxième phase pendant l'intervalle de temps suivant entre les instants  $T_1$  et  $T_2$ , le signal commande l'ouverture des interrupteurs  $P_1$  et  $P_4$  et la fermeture simultanée des deux interrupteurs  $P_2$  et  $P_3$ , reliant ainsi la borne  $J_1$  de l'enroulement primaire  $L_1$  à la

15 borne (-) de la batterie B et sa borne  $J_2$  à la borne (+) et la tension  $v_1$  à ses bornes négative est égale à  $-E$ . Ainsi, la tension  $V_s$  aux bornes de l'enroulement secondaire  $L_2$  devient négative et égale à  $-mE$ . Ces deux phases sont répétées un grand nombre de fois pendant la durée d'injection, entre  $100 \mu s$  et  $8 ms$ . La tension périodique  $V_s$  aux bornes de l'enroulement secondaire  $L_2$  en fonction du temps est représentée

20 graphiquement sur la figure 2a. La tension  $V_{ci}$  aux bornes de l'injecteur  $I_1$  est alors un signal sinusoïdal de même période que la tension  $V_s$  aux bornes de l'enroulement secondaire  $L_2$ , comme le montre la figure 2b, oscillant entre une valeur maximale  $+V_m$  et une valeur minimale  $-V_m$ . Le calculateur d'injection commande ensuite successivement les autres injecteurs  $I_i$  montés en parallèle.

25

Pour l'excitation de l'injecteur  $I_1$  entre les instants  $t_0$  et  $t_1$ , le calculateur pilote la mise au repos du relais  $R_1$  vers l'injecteur  $I_1$  alors que le relais  $R_2$  est en position repos, ainsi que la fermeture de l'interrupteur  $K_1$  et l'ouverture de l'interrupteur  $K_2$ , dans le but de connecter l'actuateur  $I_1$  à l'inductance  $L$  de résonance. Ainsi, entre les instants  $t_0$  et

30  $t_1$ , la tension  $V_s$  aux bornes de l'enroulement secondaire  $L_2$  est un signal périodique carré, oscillant entre les valeurs extrêmes  $+mE$  et  $-mE$ , et la tension  $v_{ci}$  aux bornes de l'actuateur  $I_1$  est un signal sinusoïdal oscillant entre les valeurs extrêmes  $+mGE$  et  $-mGE$ ,  $G$  étant le gain à la résonance entre l'inductance de résonance  $L$  et le modèle de l'injecteur, alors que les trois autres injecteurs ne reçoivent aucune tension. La

35 durée  $T_{Ki}$  de fermeture de chaque interrupteur de sélection correspond au temps d'injection, pouvant varier entre  $100 \mu s$  et  $5 ms$  pour un moteur à quatre injecteurs. La période  $T_{Pi}$  du signal carré  $V_s$  aux bornes de l'enroulement secondaire de chaque

transformateur dépend exclusivement de la structure des injecteurs, la fréquence  $F_{Pi}$  de résonance variant entre 10kHz et 1MHz.

Le basculement de la position repos à la position travail d'un relais étant plus  
5 long que l'ouverture ou la fermeture d'un interrupteur, le calculateur pilote à l'instant  $t_2$  le basculement du second relais  $R_2$  en position travail dans le but de pouvoir exciter l'injecteur  $I_3$ , à l'instant suivant  $t_3$ .

A l'instant  $t_3$ , le relais  $R_2$  est basculé vers la position travail alors que le relais  $R_2$   
10 est toujours basculé dans la position travail vers l'injecteur  $I_3$ , et simultanément l'interrupteur  $K_2$  est fermé jusqu'à l'instant  $t_4$  alors que l'interrupteur  $K_1$  est ouvert depuis l'instant  $t_1$ , de sorte que la tension  $V_s$  aux bornes de l'enroulement secondaire  $L_3$  provoque la résonance du circuit oscillant constitué par l'inductance  $L$  et l'injecteur  $I_3$  auquel elle est alors connectée. Le signal de tension  $V_{c3}$  aux bornes de l'injecteur  $I_3$  est  
15 une sinusoïde d'amplitude maximale  $mGE$  entre les instants suivants  $t_3$  et  $t_4$ .

Entre les instants suivants  $t_5$  et  $t_6$ , l'interrupteur  $K_1$  est à nouveau fermé et l'interrupteur  $K_2$  est ouvert, mais le relais  $R_1$  est basculé vers l'injecteur  $I_2$  donc sa  
20 commande est l'inverse de celle existant entre les instants  $t_0$  et  $t_1$ . Ainsi, le signal de tension  $V_{c2}$  aux bornes de l'injecteur  $I_2$  est une sinusoïde d'amplitude maximale  $mGE$  entre les instants suivants  $t_5$  et  $t_6$ .

Entre les instants suivants  $t_7$  et  $t_8$ , l'interrupteur  $K_2$  est à nouveau fermé alors que l'interrupteur  $K_1$  est ouvert, et les deux relais  $R_1$  et  $R_2$  sont en position repos, donc  
25 le relais  $R_2$  est basculé vers l'injecteur  $I_4$ , et sa commande est l'inverse de celle existant entre les instants  $t_3$  et  $t_4$ . Ainsi, le signal de tension  $V_{c4}$  aux bornes de l'injecteur  $I_4$  est une sinusoïde d'amplitude maximale  $mGE$  entre les instants suivants  $t_7$  et  $t_8$ .

30 L'invention concerne précisément le pilotage des interrupteurs de commande du pont vis à vis de la charge  $C_h$  reliant les points milieux des deux bras de pont et qui est constituée du transformateur, de l'inductance de résonance et de l'actuateur, c'est-à-dire en fonction du courant  $I_c$  circulant dans cette charge et de la tension  $V_c$  à ses bornes. Sur l'exemple de réalisation de la figure 3, les interrupteurs de ponts  $P_i$  sont  
35 réalisés chacun à partir d'un transistor  $T_i$  et d'une diode  $D_i$  montée en anti-parallèle. Pour que la tension périodique  $V_s$  aux bornes de l'enroulement secondaire du

transformateur permette l'excitation de l'actuateur piézo-électrique  $I_i$ , la tension  $V_c$  aux bornes de la charge doit être carrée, de fréquence de découpage  $f_r$  déterminée.

Selon, une première caractéristique de l'invention, la tension  $V_c$  aux bornes de la charge constituée du transformateur, de l'inductance de résonance et de l'actuateur étant un signal carré de fréquence de découpage  $f_r$  déterminée, le courant  $I_c$  circulant dans la charge est un signal périodique, de fréquence de résonance  $f_0$  telle que la fréquence de découpage  $f_r$  est au moins deux fois plus faible qu'elle,  $f_r < 2f_0$ , de telle sorte qu'à la fermeture des interrupteurs le courant est nul dans le circuit. Ce mode de pilotage des interrupteurs de commande du type hypo-discontinu est obtenu à partir des valeurs du rapport de transformation du transformateur et de l'inductance de résonance déterminées en fonction de la valeur de la capacité équivalente de l'actuateur. Il permet de limiter les pertes par commutation des interrupteurs lors de leur fermeture et de limiter les effets de compatibilité électromagnétique par coupure de courant.

Le convertisseur-élévateur de tension continue/alternative est dimensionné pour que la fréquence de découpage  $f_r$  désirée pour piloter l'injecteur piézo-électrique soit inférieure au double de la fréquence de résonance de la charge.

20

La figure 4a représente la forme d'onde générée par le pont du dispositif de commande, en mode hypo discontinu selon l'invention.

Pour la commande de l'actuateur donné  $I$ , le calculateur de contrôle pilote d'une part la fermeture des moyens de sélection reliés audit actuateur et d'autre part simultanément, dans une première phase la fermeture d'un premier couple d'interrupteurs de pont constitué d'un premier interrupteur  $T_1$  du premier bras et d'un second interrupteur  $T_4$  d'un second bras et l'ouverture du second couple formé des deux autres interrupteurs  $T_2$  et  $T_3$  desdits bras, et dans une seconde phase la commutation desdits quatre interrupteurs dans une position inverse de façon à obtenir une tension périodique aux bornes de l'enroulement secondaire du transformateur, ces deux phases étant répétées un nombre déterminé de fois pendant la durée de fonctionnement de l'actuateur pour générer un signal haute tension et haute fréquence sur l'actuateur piézo-électrique à partir de la source de tension continue.

35

Ainsi, le séquençement de pilotage des quatre interrupteurs du dispositif de commande est le suivant, lors de deux phases consécutives dont la première a lieu entre les instants  $t_0$  et  $t_3$  et la seconde a lieu entre les instants  $t_3$  et  $t_6$ .

5 A l'instant  $t_0$  de démarrage de la première phase, les transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont commandés à la fermeture lorsque le courant  $I_c$  est nul dans les diodes  $D_1$  et  $D_4$ .

Entre les instants  $t_0$  et  $t_1$ , ces transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont fermés laissant passer le courant  $I_c$ , pendant que les diodes  $D_1$  et  $D_4$  ne sont pas passantes, la tension à leurs bornes étant égale à  $+E$ .

10 A l'instant  $t_1$ , le courant  $I_c$  s'inverse, les deux diodes deviennent passantes, la tension à leurs bornes s'annule, et les deux transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont commandés à l'ouverture entre cet instant  $t_1$  et l'instant  $t_2$  où les diodes ne conduisent plus, le courant s'annulant.

A l'instant  $t_3$  de démarrage de la seconde phase, les transistors  $T_2$  et  $T_3$  sont commandés à la fermeture lorsque le courant  $I_c$  est nul dans les diodes  $D_2$  et  $D_3$ .

15 Entre les instants  $t_3$  et  $t_4$ , ces transistors  $T_2$  et  $T_3$  sont fermés laissant passer le courant  $I_c$ , pendant que les diodes  $D_2$  et  $D_3$  ne conduisent pas.

A l'instant  $t_4$ , le courant  $I_c$  s'inverse, les deux diodes deviennent passantes et les deux transistors  $T_2$  et  $T_3$  sont commandés à l'ouverture entre cet instant  $t_4$  et l'instant  $t_5$  où les diodes ne conduisent plus, le courant s'annulant à nouveau.

20 Les figures 4b et 4d représentent les variations temporelles des tensions de commande aux bornes des transistors de pont, et les figures 4c et 4e représentent les tensions aux bornes des diodes, montées en parallèle à ces transistors de pont, soit leur état passant ou non conducteur.

25 Selon, une deuxième caractéristique de l'invention, la tension  $V_c$  aux bornes de la charge constituée du transformateur, de l'inductance de résonance et de l'actuateur étant un signal carré de fréquence de découpage  $f_r$  déterminée, le courant  $I_c$  circulant dans la charge est un signal périodique, en avance de phase avec la tension  $V_c$ , et de fréquence de résonance  $f_0$  telle que la fréquence de découpage  $f_r$  est comprise entre la moitié de la fréquence de résonance  $f_0$  et son double,  $f_0/2 < f_r < 2f_0$ , de telle sorte qu'il pilote l'ouverture des interrupteurs à courant nul dans l'interrupteur de commande, « zero current switching » ZCS. Ce mode de pilotage des interrupteurs de commande du type hypo-continu est obtenu à partir des valeurs du rapport de transformation du transformateur et de l'inductance de résonance déterminées en fonction de la valeur de la capacité équivalente de l'actuateur. Ce mode de pilotage des interrupteurs de commande étant du type hypo-continu, il permet de limiter les pertes par commutation

des interrupteurs lors de leur ouverture et de limiter les effets de compatibilité électromagnétique par coupure de courant.

5 Le convertisseur-élevateur de tension continue/alternative est dimensionné pour que la fréquence de découpage  $f_r$  désirée pour piloter l'injecteur piézo-électrique respecte les conditions énoncées auparavant vis à vis de la fréquence de résonance  $f_o$ .

10 La figure 5a représente la forme d'onde générée par le pont du dispositif de commande, en mode hypo continu selon l'invention.

Le séquençement de pilotage des quatre interrupteurs  $T_1$  à  $T_4$  du dispositif de commande est le suivant lors de deux phases consécutives dont la première a lieu entre les instants  $t_0$  et  $t_2$  et la seconde a lieu entre les instants  $t_2$  et  $t_4$ .

15 A l'instant  $t_0$ , les transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont commandés à la fermeture lorsque le courant  $I_c$  est nul dans les diodes  $D_1$  et  $D_4$  et que les autres diodes  $D_2$  et  $D_3$  sont passantes.

Entre les instants  $t_0$  et  $t_1$ , ces transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont fermés laissant passer le courant  $I_c$ , pendant que les quatre diodes  $D_1$  à  $D_4$  ne sont pas passantes.

20 A l'instant  $t_1$ , le courant  $I_c$  s'inverse, les deux diodes  $D_1$  et  $D_4$  deviennent passantes et les deux transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont commandés à l'ouverture entre cet instant  $t_1$  et l'instant  $t_2$  où il n'y a pas de courant dans ces deux transistors.

A ce même instant  $t_2$ , les transistors  $T_2$  et  $T_3$  sont commandés à la fermeture alors que les diodes  $D_1$  et  $D_4$  sont encore passantes. A cet instant de fermeture, les 25 diodes  $D_1$  et  $D_4$  se bloquent naturellement et le courant  $I_c$  circule dans le même sens.

Entre les instants  $t_3$  et  $t_4$ , le courant  $I_c$  s'inverse et les diodes  $D_2$  et  $D_3$  deviennent passantes et ces transistors  $T_2$  et  $T_3$  sont commandés pour être ouverts alors qu'il n'y a plus de courant  $I_c$  dans ces transistors.

30 A l'instant  $t_4$ , les deux transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont commandés à la fermeture, les deux diodes  $D_2$  et  $D_3$  deviennent non passantes et le pilotage recommence selon le même séquençement qu'entre les instants  $t_0$  et  $t_4$ .

35 Les figures 5b et 5d représentent les variations temporelles, en mode hypo-continu, des tensions de commande aux bornes des transistors de pont, et les figures 5c et 5e représentent les tensions aux bornes des diodes, montées en parallèle à ces transistors de pont, soit leur état passant ou non conducteur.

Selon, une troisième caractéristique de l'invention, la tension  $V_c$  aux bornes de la charge constituée du transformateur, de l'inductance de résonance et de l'actuateur étant un signal carré de fréquence de découpage  $f_r$  déterminée, le courant  $I_c$  circulant dans la charge est un signal périodique, en retard de phase avec la tension  $V_c$ , et de fréquence de résonance  $f_0$  telle que la fréquence de découpage  $f_r$  est supérieure à la moitié de la fréquence de résonance  $f_0$ ,  $f_r > f_0/2$ , de telle sorte qu'il pilote la fermeture des interrupteurs à tension nulle aux bornes de l'interrupteur de commande. Ce mode de pilotage des interrupteurs de commande du type hyper-continu est obtenu à partir des valeurs du rapport de transformation du transformateur et de l'inductance de résonance déterminées en fonction de la valeur de la capacité équivalente de l'actuateur. Ce mode de pilotage des interrupteurs de commande hyper-continu permet de limiter les pertes par commutation des interrupteurs lors de leur ouverture et de limiter les effets de compatibilité électromagnétique par commutation de tension. Ce mode de pilotage est du type à commande à la fermeture des interrupteurs ou « zero voltage switching » ZVC.

Le convertisseur-élévateur de tension continue/alternative est dimensionné pour que la fréquence de découpage  $f_r$  désirée pour piloter l'injecteur piézo-électrique respecte les conditions énoncées auparavant vis à vis de la fréquence de résonance  $f_0$ .

La figure 6a représente la forme d'onde générée par le pont du dispositif de commande, en mode hyper continu selon l'invention.

Le séquençement de pilotage des quatre interrupteurs du dispositif de commande est le suivant lors de deux phases consécutives dont la première a lieu entre les instants  $t_0$  et  $t_2$  et la seconde a lieu entre les instants  $t_2$  et  $t_4$ .

Entre les instants  $t_0$  et  $t_1$ , les transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont commandés à la fermeture, alors que les deux diodes  $D_1$  et  $D_2$  sont passantes, donc qu'il n'y a pas de tension aux bornes de ces transistors. Les autres diodes  $D_2$  et  $D_3$  ne sont pas passantes et les deux transistors  $T_2$  et  $T_3$  sont ouverts.

A l'instant  $t_1$ , les diodes  $D_1$  et  $D_4$  sont bloquées.

Entre les instants  $t_1$  et  $t_2$ , les deux transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont encore fermés, laissant passer le courant  $I_c$ .

A l'instant  $t_2$ , les transistors  $T_1$  et  $T_4$  sont commandés à l'ouverture, les diodes  $D_2$  et  $D_3$  deviennent passantes et il n'y a plus de tension aux bornes des transistors  $T_2$  et  $T_3$ . Les diodes  $D_1$  et  $D_4$  ne sont pas passantes.

Entre les instants  $t_2$  et  $t_3$ , les transistors  $T_2$  et  $T_3$  sont commandés à la fermeture pour être ensuite commandés à l'ouverture à l'instant  $t_4$ .

5 Les figures 6b et 6d représentent les variations temporelles, en mode hyper-continu, des tensions de commande aux bornes des transistors de pont, et les figures 6c et 6e représentent les tensions aux bornes des diodes, montées en parallèle à ces transistors de pont, soit leur état passant ou non conducteur.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé de pilotage combine dans le temps les trois modes de pilotage des interrupteurs, de types hypo-discontinu, hypo-continu et hyper-continu, en fonction de la tension E de la batterie qui peut varier et la tension crête de consigne, du signal de pilotage des actuateurs piézo-électriques.

15 Les interrupteurs de sélection des actuateurs et des enroulements primaires des transformateurs sont commandables bidirectionnellement en courant, et pour cela peuvent être réalisés à partir de deux semi-conducteurs montés en série ou en parallèle. Ce peut être par exemple deux transistors de type MOSFET montés en série ou IGBT avec diode anti-parallèle.

20 Les relais R de sélection des actuateurs sont de type électromécanique, monostables et possédant un contact de repos et un contact de travail.

25 A propos des interrupteurs de pont, s'ils sont placés directement derrière la batterie, ils sont du type MOSFET à canal N de préférence pour leurs faibles chutes de tension. Dans le cas où ils sont placés derrière un convertisseur DC-DC, ces interrupteurs peuvent être de type MOSFET ou IGBT.

30 Quant aux interrupteurs de sélection des transformateurs, ils sont préférentiellement de type MOSFET à canal P, pour leurs faibles chutes de tension.



## REVENDEICATIONS

1. Procédé de pilotage électronique d'un dispositif de commande d'au moins un  
 5    actuateur piézo-électrique ultrasonore, à partir d'un calculateur de contrôle, qui  
      comporte un convertisseur-élévateur de tension continue/alternative alimenté par une  
      source (B) de tension continue, dont la sortie haute tension est reliée à un circuit  
      oscillant constitué de l'actuateur ( $I_l$ ) et d'une inductance (L) de résonance, ledit  
      convertisseur étant composé d'un montage avec au moins un transformateur à au  
 10    moins un enroulement primaire relié à la source de tension par au moins un  
      interrupteur commandable et un enroulement secondaire unique délivrant un signal  
      alternatif d'excitation de l'actuateur piézo-électrique, caractérisé en ce que :

     - la tension ( $V_c$ ) aux bornes de la charge constituée du transformateur, de  
      l'inductance de résonance et de l'actuateur est un signal carré de fréquence de  
 15    découpage ( $f_r$ ) déterminée,

     - le courant ( $I_c$ ) circulant dans la charge est un signal périodique, de fréquence  
      de résonance ( $f_o$ ) telle que la fréquence de découpage ( $f_r$ ) est inférieure au double de  
      la fréquence de résonance, de telle sorte qu'il pilote la fermeture des interrupteurs à  
      courant nul dans le circuit, ce mode de pilotage des interrupteurs du type hypo-  
 20    discontinu étant obtenu à partir du rapport de transformation du transformateur et de  
      l'inductance de résonance déterminés en fonction de la capacité équivalente de  
      l'actuateur.

2. Procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'au moins un  
 25    actuateur piézo-électrique ultrasonore, à partir d'un calculateur de contrôle qui  
      comporte un convertisseur-élévateur de tension continue/alternative alimenté par une  
      source de tension continue, dont la sortie haute tension est reliée à un circuit oscillant  
      constitué de l'actuateur et d'une inductance de résonance, ledit convertisseur étant  
      composé d'un montage avec au moins un transformateur à au moins un enroulement  
 30    primaire relié à la source de tension par au moins un interrupteur commandable et un  
      enroulement secondaire unique délivrant un signal alternatif d'excitation de l'actuateur  
      piézo-électrique, est caractérisé en ce que :

     - la tension ( $V_c$ ) aux bornes de la charge constituée du transformateur, de  
      l'inductance de résonance et de l'actuateur est un signal carré de fréquence de  
 35    découpage ( $f_r$ ) déterminée,

     - le courant ( $I_c$ ) circulant dans la charge est un signal périodique, en avance de  
      phase avec la tension ( $V_c$ ), et de fréquence de résonance ( $f_o$ ) telle que la fréquence de

découpage ( $f_r$ ) est comprise entre la moitié de la fréquence de résonance et son double, ( $f_0/2 < f_r < 2f_0$ ), de telle sorte qu'il pilote la fermeture des interrupteurs à courant nul dans l'interrupteur de commande, ce mode de pilotage des interrupteurs du type hypo-continu étant obtenu à partir du rapport de transformation du transformateur et de l'inductance de résonance déterminés en fonction de la capacité équivalente de l'actuateur.

3. Procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'au moins un actuateur piézo-électrique ultrasonore, à partir d'un calculateur de contrôle qui comporte un convertisseur-élévateur de tension continue/alternative alimenté par une source de tension continue, dont la sortie haute tension est reliée à un circuit oscillant constitué de l'actuateur et d'une inductance de résonance, ledit convertisseur étant composé d'un montage avec au moins un transformateur à au moins un enroulement primaire relié à la source de tension par au moins un interrupteur commandable et un enroulement secondaire unique délivrant un signal alternatif d'excitation de l'actuateur piézo-électrique, est caractérisé en ce que :

- la tension ( $V_c$ ) aux bornes de la charge constituée du transformateur, de l'inductance de résonance et de l'actuateur, est un signal carré de fréquence de découpage ( $f_r$ ) déterminée,
- le courant ( $I_c$ ) circulant dans la charge est un signal périodique, en retard de phase avec la tension ( $V_c$ ), et de fréquence de résonance ( $f_0$ ) telle que la fréquence de découpage ( $f_r$ ) est supérieure à la moitié de la fréquence de résonance, ( $f_r > f_0/2$ ), de telle sorte qu'il pilote la fermeture des interrupteurs à tension nulle aux bornes de l'interrupteur de commande, ce mode de pilotage des interrupteurs du type hyper-continu étant obtenu à partir du rapport de transformation du transformateur et de l'inductance de résonance déterminés en fonction de la capacité équivalente de l'actuateur.

4. Procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'au moins un actuateur piézo-électrique ultrasonore, comportant un convertisseur composé d'un montage en pont à au moins un transformateur, ayant au moins un enroulement primaire réalisé à partir d'un premier bras constitué de deux interrupteurs de pont ( $T_1, T_2$ ) en série commandables alternativement et d'au moins un deuxième bras en parallèle avec le premier bras et constitué aussi de deux interrupteurs de pont ( $T_2, T_3$ ) en série commandables alternativement, le point milieu du deuxième bras étant relié au point milieu du premier bras par une charge constituée du transformateur, d'une inductance ( $L$ ) de résonance et de l'actuateur piézo-électrique, selon la revendication

1, caractérisé en ce que le séquençement de pilotage des quatre interrupteurs du convertisseur est le suivant :

au cours d'une première phase :

5 - à l'instant ( $t_0$ ), un premier transistor ( $T_1$ ) du premier bras et un second interrupteur ( $T_2$ ) du second bras constituant un premier couple sont commandés à la fermeture lorsque le courant ( $I_c$ ) est nul dans les diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) en anti-parallèle ;

10 - entre les instants ( $t_0$  et  $t_1$ ), les transistors ( $T_1$  et  $T_4$ ) du premier couple sont fermés laissant passer un courant ( $I_c$ ), pendant que les diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) ne sont pas passantes et que le second transistor ( $T_2$ ) du premier bras et le premier transistor du second bras ( $T_3$ ) constituant un second couple sont ouverts ;

- à l'instant ( $t_1$ ), le courant ( $I_c$ ) s'inverse, les deux diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) deviennent passantes et les deux transistors ( $T_1$  et  $T_4$ ) du premier couple sont commandés à l'ouverture entre cet instant ( $t_1$ ) et l'instant ( $t_2$ ) où les diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) ne conduisent plus, le courant s'annulant ;

15 au cours d'une seconde phase :

- à l'instant ( $t_3$ ), les transistors ( $T_2$  et  $T_3$ ) du second couple sont commandés à la fermeture lorsque le courant ( $I_c$ ) est nul dans les diodes ( $D_2$  et  $D_3$ ) en anti-parallèle ;

20 - entre les instants ( $t_3$  et  $t_4$ ), ces transistors ( $T_2$  et  $T_3$ ) sont fermés laissant passer le courant ( $I_c$ ), pendant que les diodes ( $D_2$  et  $D_3$ ) ne conduisent pas et que les transistors ( $T_1$  et  $T_4$ ) du premier couple sont ouverts ;

- à l'instant ( $t_4$ ), le courant ( $I_c$ ) s'inverse, les deux diodes ( $D_2$  et  $D_3$ ) deviennent passantes et les deux transistors ( $T_2$  et  $T_3$ ) sont commandés à l'ouverture entre cet instant ( $t_4$ ) et l'instant ( $t_5$ ) où les diodes ne conduisent plus, le courant s'annulant à nouveau,

25 ces deux phases étant répétées un nombre déterminé de fois pendant la durée de fonctionnement de l'actuateur pour générer un signal haute tension et haute fréquence sur l'actuateur piézo-électrique à partir de la source de tension continue.

5. Procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'au moins un  
30 actuateur piézo-électrique ultrasonore, comportant un convertisseur composé d'un montage en pont à au moins un transformateur, ayant au moins un enroulement primaire, réalisé à partir d'un premier bras constitué de deux interrupteurs de pont ( $T_1, T_2$ ) en série commandables alternativement et d'au moins un deuxième bras en parallèle avec le premier bras et constitué aussi de deux interrupteurs de pont ( $T_2, T_3$ )  
35 en série commandables alternativement, le point milieu du deuxième bras étant relié au point milieu du premier bras par une charge constituée du transformateur, d'une inductance ( $L$ ) de résonance et de l'actuateur piézo-électrique, selon la revendication

2, caractérisé en ce que le séquençement de pilotage des quatre interrupteurs du convertisseur est le suivant :

au cours d'une première phase :

- à l'instant ( $t_0$ ), un premier transistor ( $T_1$ ) du premier bras et un second interrupteur ( $T_4$ ) du second bras constituant un premier couple sont commandés à la fermeture lorsque le courant ( $I_c$ ) est nul dans les diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) en anti-parallèle et que les autres diodes ( $D_2$  et  $D_3$ ) en anti-parallèle du second transistor ( $T_2$ ) du premier bras et du premier transistor ( $T_3$ ) du second bras sont passantes ;
- entre les instants ( $t_0$  et  $t_1$ ), les transistors ( $T_1$  et  $T_4$ ) du premier couple sont fermés laissant passer le courant ( $I_c$ ), pendant que les quatre diodes ( $D_1$  à  $D_4$ ) ne sont pas passantes ;
- à l'instant  $t_1$ , le courant ( $I_c$ ) s'inverse, les deux diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) deviennent passantes et les deux transistors ( $T_1$  et  $T_4$ ) sont commandés à l'ouverture entre cet instant ( $t_1$ ) et l'instant ( $t_2$ ) où il n'y a pas de courant dans ces deux transistors ;
- à ce même instant ( $t_2$ ), les transistors ( $T_2$  et  $T_3$ ) du second couple sont commandés à la fermeture alors que les diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) sont encore passantes. A cet instant de fermeture, les diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) se bloquent naturellement et le courant  $I_c$  circule dans le même sens ;
- entre les instants ( $t_3$  et  $t_4$ ), le courant ( $I_c$ ) s'inverse et les diodes ( $D_2$  et  $D_3$ ) deviennent passantes et ces transistors ( $T_2$  et  $T_3$ ) sont commandés pour être ouverts alors qu'il n'y a plus de courant ( $I_c$ ) dans ces transistors ;
- à l'instant ( $t_4$ ), les deux transistors ( $T_1$  et  $T_4$ ) sont commandés à la fermeture, les deux diodes ( $D_2$  et  $D_3$ ) deviennent non passantes et le pilotage recommence selon le même séquençement qu'entre les instants ( $t_0$  et  $t_4$ ).

6. Procédé de pilotage électronique du dispositif de commande d'au moins un actuateur piézo-électrique ultrasonore, comportant un convertisseur composé d'un montage en pont à au moins un transformateur, ayant au moins un enroulement primaire, réalisé à partir d'un premier bras constitué de deux interrupteurs de pont ( $T_1, T_2$ ) en série commandables alternativement et d'au moins un deuxième bras en parallèle avec le premier bras et constitué aussi de deux interrupteurs de pont ( $T_2, T_3$ ) en série commandables alternativement, le point milieu du deuxième bras étant relié au point milieu du premier bras par une charge constituée du transformateur, d'une inductance ( $L$ ) de résonance et de l'actuateur piézo-électrique selon la revendication 3, caractérisé en ce que le séquençement de pilotage des quatre interrupteurs du convertisseur est le suivant :

au cours d'une première phase :

- entre les instants ( $t_0$  et  $t_1$ ), un premier transistor ( $T_1$ ) du premier bras et un second interrupteur ( $T_4$ ) du second bras constituant un premier couple sont commandés à la fermeture, alors que les deux diodes ( $D_1$  et  $D_2$ ) en anti-parallèle et que les autres diodes ( $D_2$  et  $D_3$ ) en anti-parallèle du second transistor ( $T_2$ ) du premier bras et du premier transistor ( $T_3$ ) du second bras ne sont pas passantes et que les deux transistors ( $T_2$  et  $T_3$ ) sont ouverts ;

- à l'instant  $t_1$ , les diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) du premier couple de transistors sont bloquées ;

- entre les instants ( $t_1$  et  $t_2$ ), les deux transistors ( $T_1$  et  $T_4$ ) du premier couple sont encore fermés, laissant passer le courant ( $I_c$ ) ;

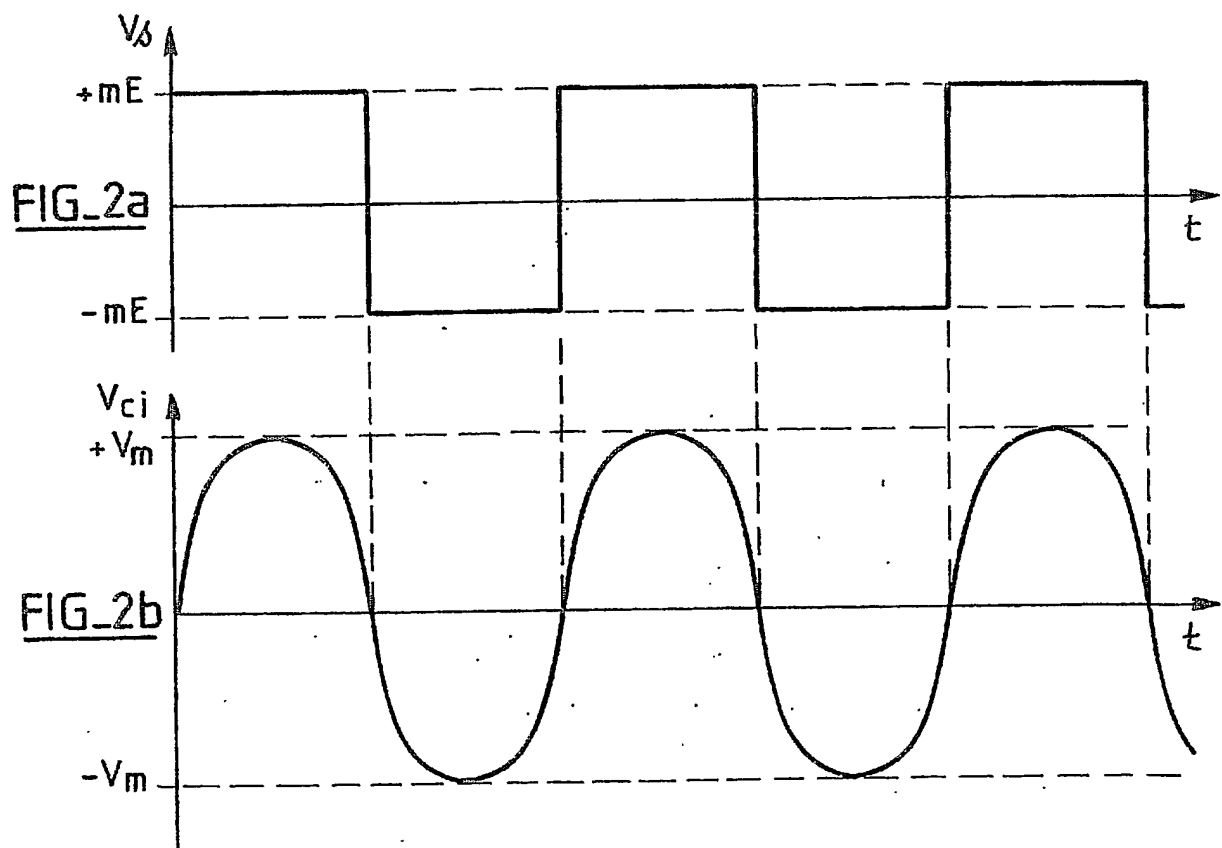
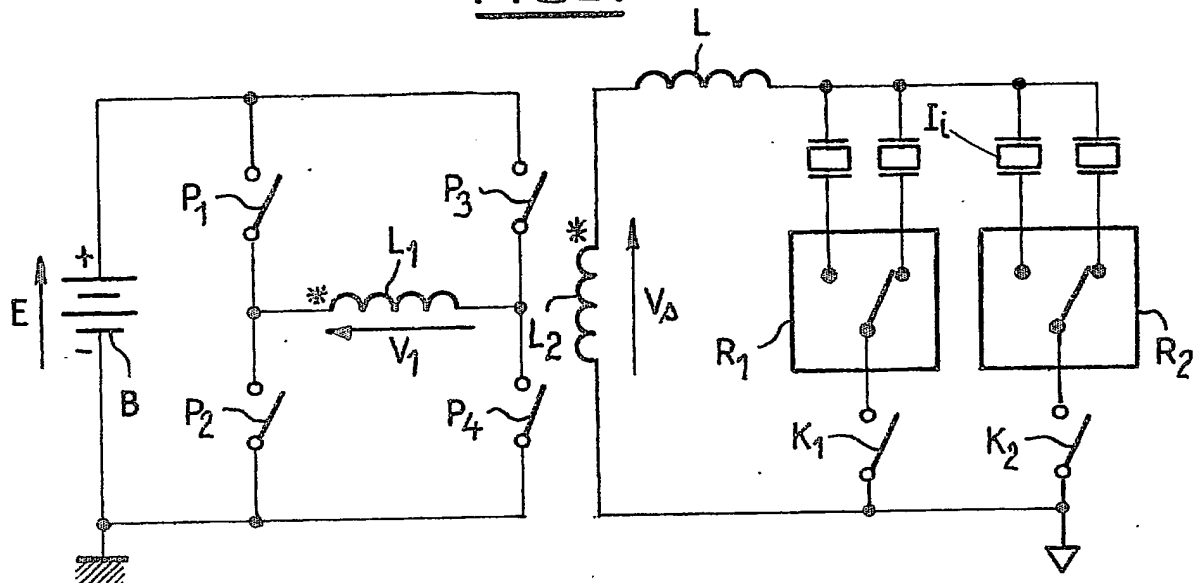
- à l'instant  $t_2$ , les transistors ( $T_1$  et  $T_4$ ) du premier couple sont commandés à l'ouverture, les diodes ( $D_2$  et  $D_3$ ) en anti-parallèle du second couple de transistors deviennent passantes et il n'y a plus de tension aux bornes des transistors ( $T_2$  et  $T_3$ ), les diodes ( $D_1$  et  $D_4$ ) ne sont pas passantes ;

- entre les instants ( $t_2$  et  $t_3$ ), les transistors ( $T_2$  et  $T_3$ ) du second couple sont commandés à la fermeture pour être ensuite commandés à l'ouverture à l'instant ( $t_4$ ).

7. Procédé de pilotage électronique d'un dispositif de commande d'au moins un actuateur piézo-électrique ultrasonore, selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il combine dans le temps les trois modes de pilotage des interrupteurs, de types hypo-discontinu, hypo-continu et hyper-continu, en fonction de la tension  $E$  de la batterie qui peut varier et la tension crête de consigne, du signal de pilotage des actuateurs piézo-électriques.

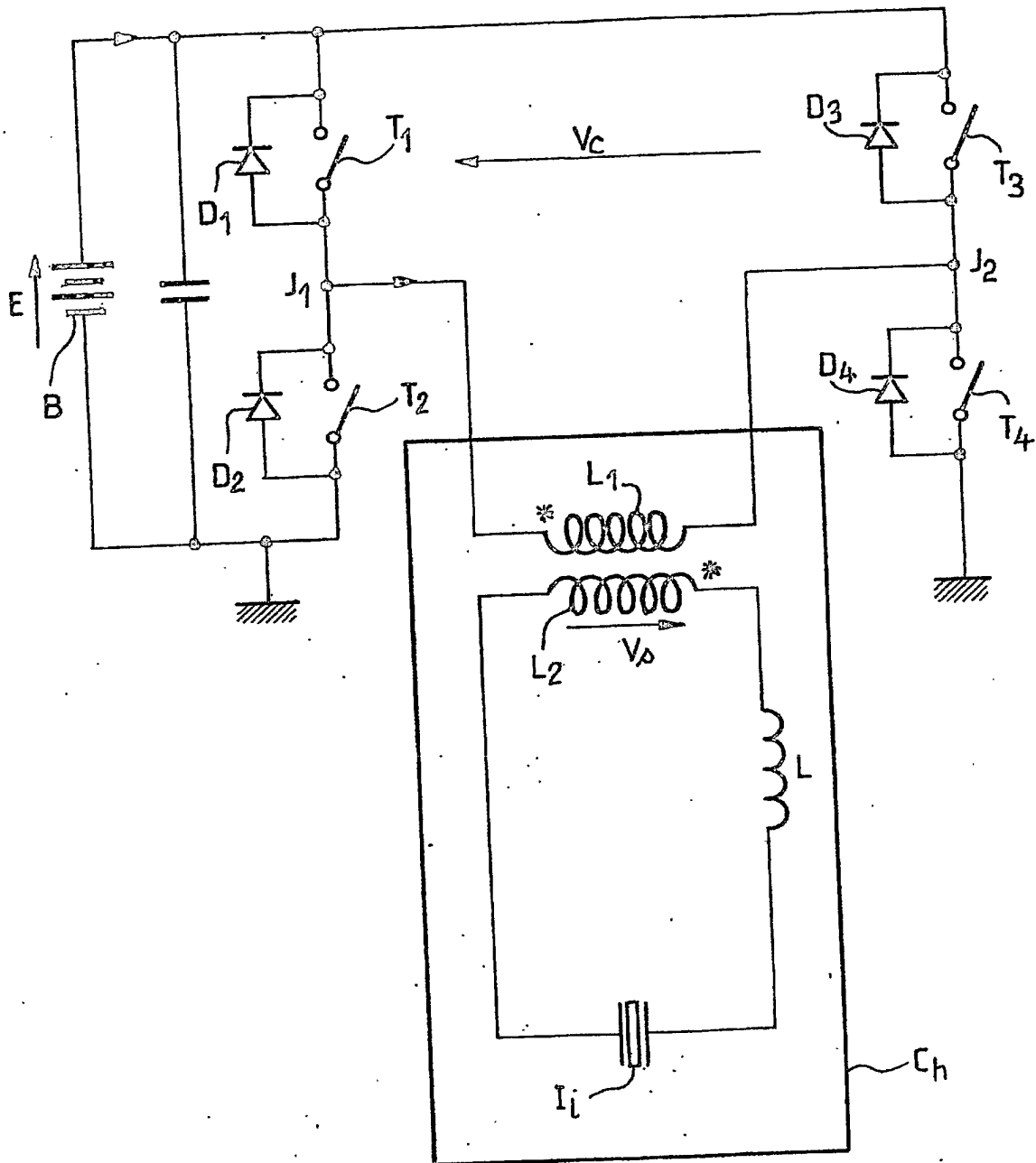
1/5

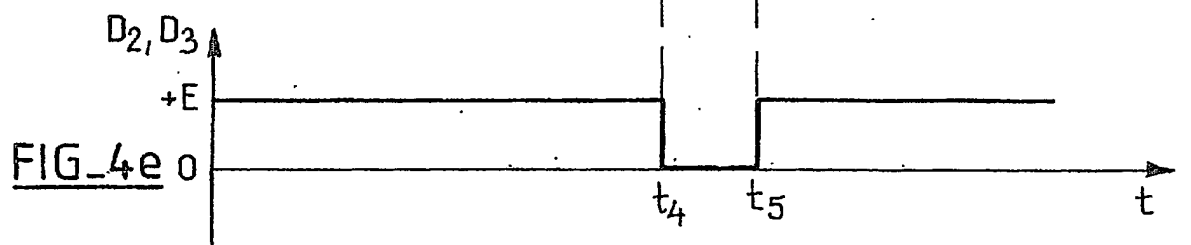
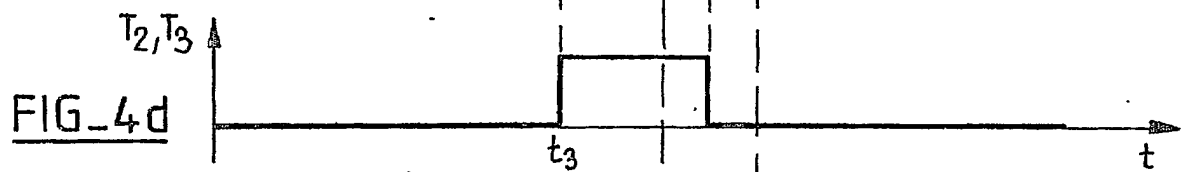
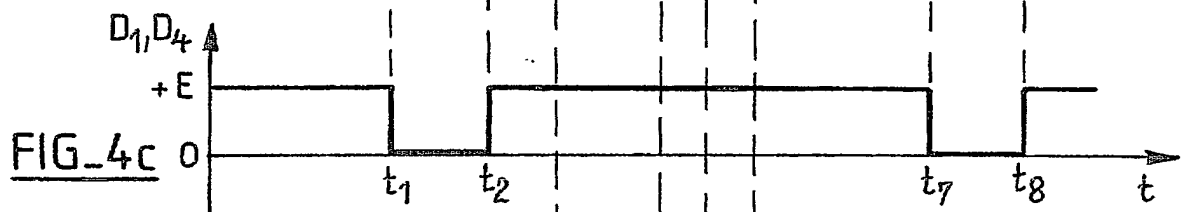
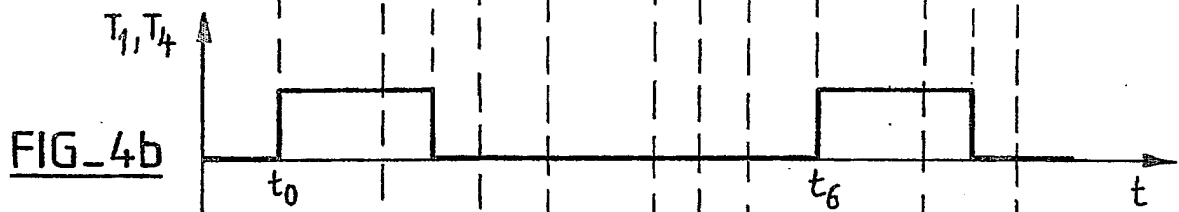
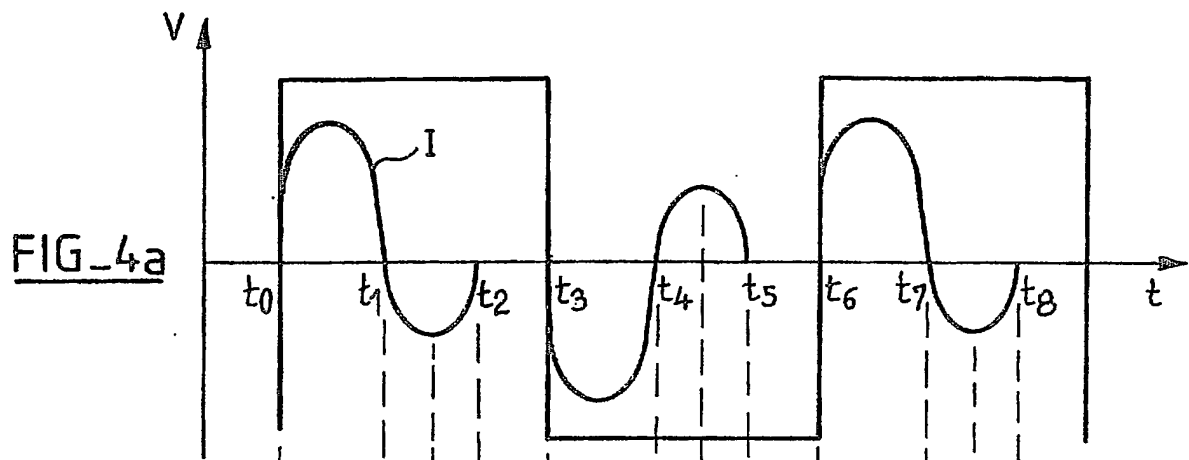
FIG\_1



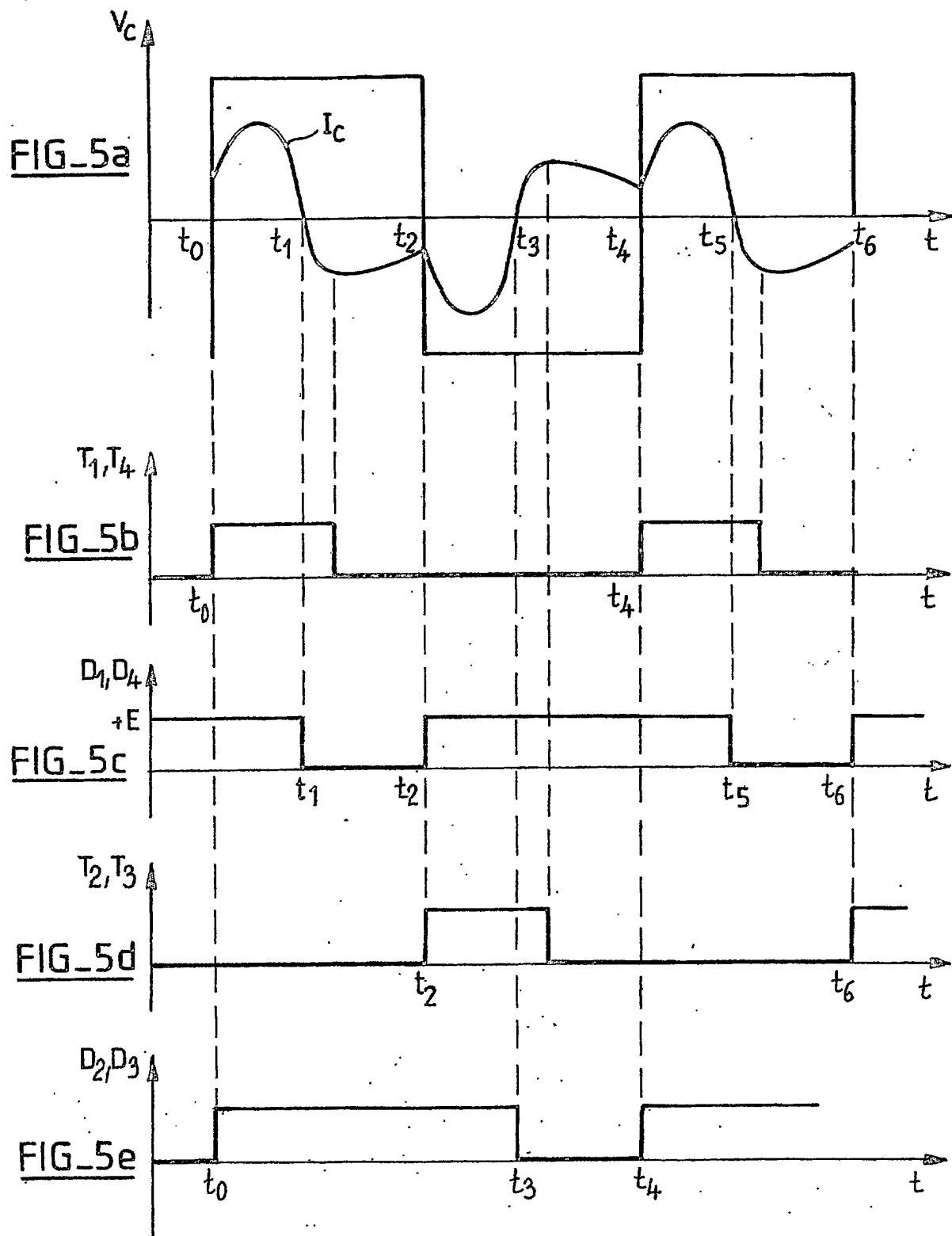
2/5

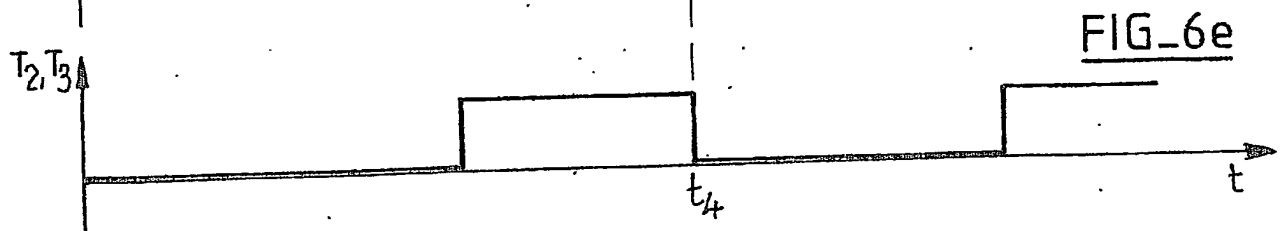
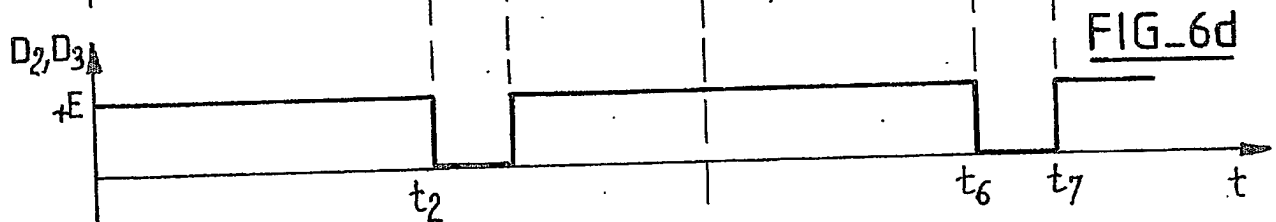
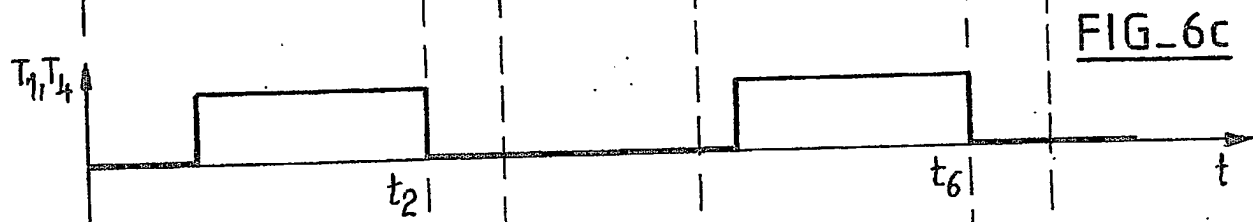
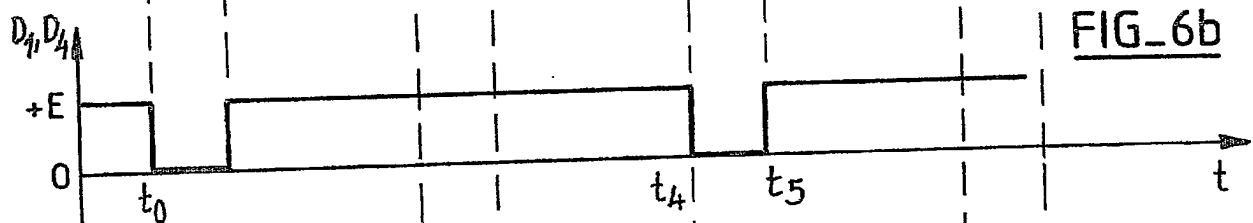
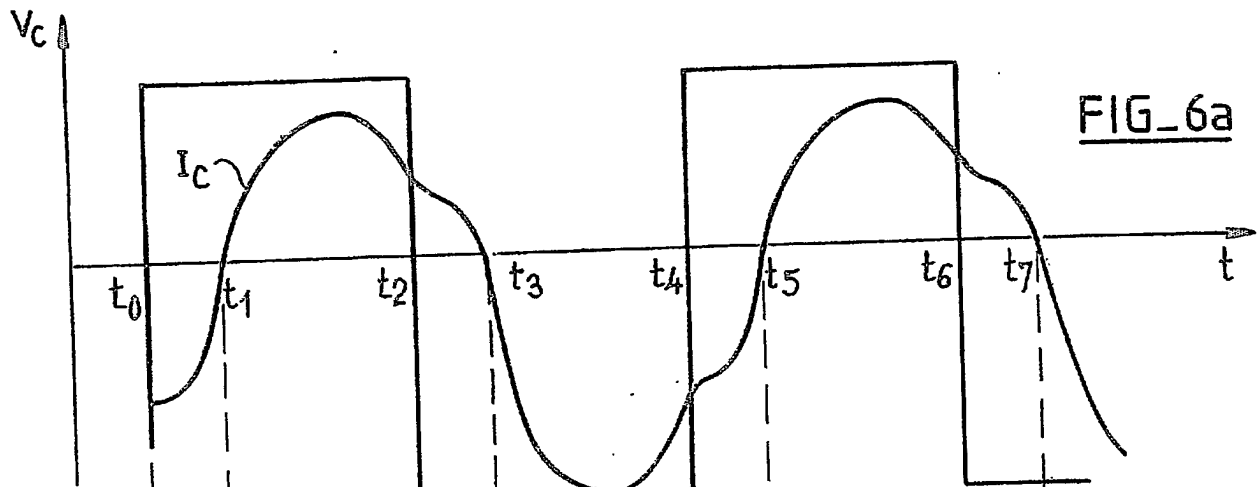
FIG-3













DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI



N° 11 235 02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		DB3167/MK/IG	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		620 770 5	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Procédé de pilotage électronique d'un dispositif de commande d'un actuateur piézo-électrique ultrasonore.			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
RENAULT s.a.s. 13-15 Quai Alphonse Le Gallo 92100 BOULOGNE-BILLANCOURT (France)			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		RIPOLL	
Prénoms		Christophe	
Adresse	Rue	38 rue Rieussec Bât. 3 - Appt 120	
	Code postal et ville	78220	VIROFLAY France
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 21 juin 2002 Murielle KORB CPI N° 92 4027			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.